

УДК 628.1

Г.Я.ДРОЗД, д-р техн. наук, О.А.БИРЦИВ, Т.П.ХРИПКОВА

*Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка*

Н.И.ЗОТОВ, В.Н.МАСЛАК, канд. техн. наук

*ГОКП "Донецкоблводоканал"*

И.В.МАТВЕЕВА

*Луганский государственный аграрный университет*

### **К ВОПРОСУ О САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА СИСТЕМУ ПОЧВА – РАСТЕНИЯ – ЖИВОТНЫЕ – ЧЕЛОВЕК**

Показана возможность безопасного использования осадков сточных вод как удобрения в сельском хозяйстве при соответствующем контроле за качеством осадка, его хранением, дозами и условиями внесения в почву, а также контроле за сельскохозяйственной и животноводческой продукцией.

Практика свидетельствует, что несанкционированно осадки сточных вод активно используются населением для удобрения дачных участков, несмотря на официальные запреты и непредсказуемость последствий такого их применения.

Основываясь на данных исследований, рассмотрим, какое действие оказывает осадок, используемый как удобрение, на почву, растения, продукцию и человека.

*Качество осадка.* Ценность осадка как удобрения определяется наличием в нем азота, фосфора, калия. С санитарно-гигиенической точки зрения еще на Совещании по Проекту безопасного использования осадков сточных вод в сельском хозяйстве и аквакультуре (Энгельберг, Швейцария, 1985г.) было принято, что наличие патогенной микрофлоры и жизнеспособных яиц гельминтов в осадке-удобрении не допускается. С токсикологических позиций в качестве удобрений разрешается использовать осадки, содержание тяжелых металлов в которых не превышает допустимого уровня [2].

*Дозы внесения.* Для оценки экологической безопасности и эффективности применения осадков на конкретных сельскохозяйственных угодьях при выращивании отдельных культур необходимо учитывать величину суммарного поступления загрязняющих веществ в осадке, которая определяет возможность дисбаланса токсических ингредиентов в удобряемых почвах, а также недопустимость накопления в почве избыточного количества биогенных веществ, в основном азотсодер-

жащих. Величину допустимого поступления в почву вредных примесей определяют по формуле (1) с учетом их ПДК и фоновое содержания в почве при общем сроке внесения осадка на один и тот же участок, равном 50 годам, и частоте внесения 1 раз в 50 лет г/га сухого вещества [3-9]:

$$D_{\text{общ}} = 3000(\text{ПДК} - \Phi) \cdot K; \quad (1)$$

где  $\Phi$  – фоновое содержание определяемого элемента в почве, г/т сухого вещества почвы; 3000 – масса пахотного слоя почвы, т/га сухого вещества; ПДК – предельно допустимые концентрации лимитируемых примесей в почве, г/т (табл.1);  $K$  – понижающий коэффициент, учитывающий тип грунта.

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве по показателям вредности, мг/кг (выдержка из гос. СанПиН 2.2.7.029-99)

Элемент	Мышьяк	Хром	Кобальт	Медь	Ртуть	Марганец	Никель	Свинец	Цинк
ПДК	2,0	6,0	5,0	3,0	2,1	1500,0	4,0	32,0	23,0

*Воздействие на почву токсичных элементов (тяжелых металлов).* Действие тяжелых металлов (в эксперименте Zn, Cu, Cd, Pb, Hg в концентрациях 1, 2, 5, 10, 100 ПДК [6]) на кислотно-щелочные условия в почве зависит в первую очередь от формы химического соединения металла и его количества и мало зависит от природы самого металла. Оксиды, ацетаты и нитраты тяжелых металлов изменяют pH в значительно меньшей степени по сравнению с сульфатами и хлоридами и оказывают заметное влияние на pH почвы в концентрациях порядка 100 ПДК. Тяжелые металлы заметно влияют на качественный состав гумуса – они связывают гумусовые вещества и делают их менее подвижными. Высокие дозы тяжелых металлов (больше 10 ПДК) существенно влияют на биологические свойства чернозема: изменяется общая численность почвенных микроорганизмов, сужается их видовой состав, снижается интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов. По отношению к средним значениям биологической активности чернозема тяжелые металлы образуют следующий ряд токсичности:  $Hg = Cd > Zn = Cu \geq Pb$ . Наиболее токсичными являются Hg и Cd. При однократном загрязнении чернозема тяжелыми металлами с увеличением срока от момента загрязнения эколого-биологические свойства почвы в большей или меньшей мере возвращаются к первоначальному состоянию. Совмест-

ные действия нескольких металлов отличаются от воздействия отдельных металлов и могут иметь противоположный характер. Таким образом, внесение осадков, загрязненных тяжелыми металлами, в почву в дозе, не превышающей ПДК, не оказывает на нее негативного влияния [6].

*Влияние осадков-удобрений на урожайность.* Исследовали действие осадка очистных сооружений г.Запорожья на урожайность зеленой массы люцерны, ячменя, подсолнечника в сравнении с минеральными удобрениями ( $N_{90}P_{60}$ ) и навозом (табл.2) [7].

Таблица 2 – Влияние осадка сточных вод на урожайность с/х культур

Удобрения	Люцерна			Ячмень			Подсолнечник		
	урожай, ц/га	± к контролю ц/га	%	урожай, ц/га	± к контролю ц/га	%	урожай, ц/га	± к контролю ц/га	%
Контроль ( $N_{90}P_{60}$ )	474	конт р	100	38,7	конт р	100	20,7	контр	100
Навоз, 50 т/га	562	+88	118	39,5	+0,8	102	26,3	+5,6	127,5
Осадок, 50 т/га	578	-104	122	42,2	+3,5	109	25,2	+4,5	121,7

Как следует из табл.2, осадок сточных вод не уступает в эффективности органическим удобрением и положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур (рисунок).



Развитие подсолнечника в лабораторных условиях на почве с добавлением осадка Макеевских очистных сооружений в дозе 80 т/га

*Накопление тяжелых металлов в растениях.* Накопление свинца, цинка и кадмия в растениях исследовали авторы работы [8] в зависимости от его содержания в почве (табл.3).

Таблица 3 – Уровни загрязнения почвы Pb, Zn, Cd, мг/кг

Показатель	Уровни загрязнения почвы	
	фон	эксперимент
Pb		
валовый	21	151
подвижный	2	20
Zn		
валовый	47	267
подвижный	2	81
Cd		
валовый	0,97	2,97
подвижный	0,35	1,08

Между валовым содержанием Pb, Zn, Cd в почве и концентрацией этих металлов в растениях наблюдалась тесная связь (в пределах 0,88-0,99). Уровень загрязнения растениеводческой продукции тяжелыми металлами в сравнении с максимально допустимым уровнем для кормов (МДУ) и ПДК для продовольственного сырья и пищевых продуктов приведен в табл.4.

Как следует из этих данных, при увеличении валового содержания в почве токсикантов Pb, Zn, Cd в 7,1; 5,7 и 3 раза возрастает и их концентрация в растениях в 1,2 - 2 раза. При этом локализация тяжелых металлов зависит от их вида и вида растений. По отдельным элементам, например, по содержанию кадмия загрязнение растений может превышать ПДК, но не больше МДУ, поэтому продукцию таких культур можно использовать в кормовых целях.

*Накопление тяжелых металлов в организме животных.* Накопления тяжелых металлов в организме животных изучали при скормлении кролям вико-овсяной смеси, выращенной на участке, удобренном осадком сточных вод в дозе 30 т/га [9]. Животным первой группы давали корм без загрязнения тяжелыми металлами. Животные второй группы получали корма, выращенные на почве с внесением 30 т/га осадка, в количестве 30% дневного рациона. Третья группа кролей получала такие же корма в количестве 50% дневного рациона. Данные патологоанатомического вскрытия животных приведены в табл.5.

Если рассматривать содержание токсичных элементов в организме животных по мере увеличения дозы кормов, то в мышечной ткани кадмий и свинец не накапливались, уровень цинка не изменялся, а меди – увеличивался до 30%; в почках количество кадмия и свинца по-

Таблица 4 - Содержание Pb, Zn, Cd в растениях, мг/кг абсолютно сухого вещества

Уровень загрязнения почвы	Картофель (клубни)			Гречиха (зерно)			Озимая пшеница						Ячмень					
							зерно			солома			зерно			солома		
	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd
Фон	1,01	16,3	0,08	0,049	25,9	0,089	0,45	24,7	0,086	0,98	3,1	0,183	0,43	21,7	0,057	0,72	17,4	0,149
Эксперимент (по табл. 3)	1,27	20,2	0,172	0,70	46,4	0,148	0,63	48,8	0,154	1,55	17,6	0,459	0,53	34,7	0,077	1,76	30,3	0,217
ПДК	2	40	0,12	0,58	58,0	0,116	0,58	58,0	0,116	-	-	-	0,58	58	0,116	-	-	-
МДУ	20	400	1,2	-	-	-	5,8	58	0,35	6	60	0,36	5,8	58	0,35	6	60	0,36

вышалось в 2 раза, цинка – в 1,7 раза, а меди не изменялось. Количество кадмия в почках подопытных животных превышало ПДК (0,11 при ДПК=0,05 мг/кг). Этот эксперимент подтверждает миграцию металлов из осадков сточных вод в почву, растения, корм животных, а через них в организм человека. Поэтому для безопасного применения осадков нужно осуществлять токсикологический контроль на всех этапах использования осадков и продукции.

Таблица 5 – Содержание тяжелых металлов  
в мышечной ткани, печени и почках кроликов, мг/кг

Группа	Орган	Cd	Pb	Cu	Zn
1. Обычный корм (контроль)	Мышечная ткань	0,0	0,0	1,41	9,29
	Печень	0,08	0,04	4,48	31,28
	Почки	0,06	0,08	3,90	20,22
2. 30% дневного рациона с добавкой корма, выращенного на почвах с добавкой 30 т/га ОСВ	Мышечная ткань	0,0	0,0	1,61	9,72
	Печень	0,06	0,06	4,23	23,26
	Почки	0,07	0,11	4,48	18,57
3. 50% дневного рациона с добавкой корма, выращенного на почвах с добавкой 30 т/га ОСВ	Мышечная ткань	0,0	0,0	2,03	10,16
	Печень	0,04	0,08	4,32	18,02
	Почки	0,11	0,15	4,56	14,54
ПДК в мясопродуктах		0,05	0,5	5,0	70,0

Таким образом, приведенные данные указывают на опасность миграций тяжелых металлов из осадков сточных вод через почву, растения и животных в организм человека. Это является причиной настоящего отношения органов здравоохранения и экологической безопасности к размещению осадков в почве как удобрения. Однако такая опасность преувеличена. Это подтверждают данные выращивания сельскохозяйственной продукции на техногенно загрязненных почвах.

Многолетний опыт размещения осадков в почве за рубежом также свидетельствует, что опасность использования осадков как удобрения у нас в стране несколько преувеличена. Безопасное и широкомасштабное использование осадков в качестве удобрений возможно и необходимо при надлежащем контроле за качеством, хранением, дозами и условиями внесения осадков в почву, за состоянием почвы, подземных вод и выращенной сельскохозяйственной и животноводческой продукции. Этому должно способствовать более совершенное нормативно-правовое регулирование утилизации осадков сточных вод [10].

1. Гюнтер Л.И., Беляева С.Д. Требования к качеству осадков и метод их подготовки размещения в окружающей среде // Тез. докл. IV Междунар. конгресса «ЭТЭВК-2000». – М., 2000. – С.496-497.

2. Добриво з осадів стічних вод: ТУ 204 України 76 – 93 / Держ. комітет України з житл.-комун. господарства. – Харків, 1994. – С.16.

3. Використання в сільському господарстві осадів стічних вод м. Києва під кормові, технічні та зернові культури: ТУ 33.34001-96. – К., 1996. – С. 8.
4. Гольцфарб Л.Л., Гуровский Н.С., Беляева С.Д. Опыт утилизации осадков городских сточных вод в качестве удобрения. – М. Стройиздат, 1983. – С. 59.
5. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Техничко-екологические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2001. – С. 340.
6. Колесников С.И., Казеев К.И., Вальков В.Д. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на экологобиологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. – 2000. – № 5. – С. 7-9.
7. Коваленко Л.А. Нагорный Г.Л. Разработать условия использования осадков сточных вод г. Запорожья в качестве удобрений под сельскохозяйственные культуры (отчет): Запорожская государственная сельскохозяйственная опытная станция, 1980. – 36с.
8. Авраменко П.Т., Лукин С.В. Загрязнение почвы тяжелыми металлами и их накопление в растениях // Агрохимический вестник. – 1999. – № 2. – С. 31-32.
9. Кроль М.В., Ларионов Г.А. Накопление тяжелых металлов в почве, кормах и организме животных под влиянием осадков сточных вод // Ветеринария. – 1997. – № 9. – С. 42-44.
10. Загорский В.А., Аджиенко В.Е., Данилович Д.А., Касатиков В.А. Совершенствование нормативно-правового регулирования утилизации осадков городских сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – № 9. – С. 21-24.

Получено 14.01.2002

УДК 628.1

**І.Т.ПРОКОПЧУК, д-р техн. наук**

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

**В.С.СВИНАР**

*ДКО "Київводоканал"*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИТРАТ І НЕРАЦІОНАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ НА КОМУНАЛЬНИХ ВОДОПРОВОДАХ**

Розглядаються питання балансу подачі й використання води в населених пунктах на прикладі м. Києва.

Питна вода, як і інша продукція, що використовується для споживання та задоволення потреб людини, є товаром. У кожного товару, як відомо, існує свій життєвий цикл. Життєвий цикл води складається з п'яти етапів: забір води з джерела водопостачання, обробка її на водочисних спорудах до норм ДЕСТ 2874-82 "Вода питна", транспортування до споживачів, використання води споживачами на власні потреби і заходи, пов'язані з відведенням використаної води до місця очищення або використання для інших цілей. На кожному з цих етапів життєвого циклу існують технологічні витрати й нераціональні втрати питної води. Дослідження їх проводили на водопровідних спорудах і мережах м. Києва.